

**TUGAS AKHIR**  
**STUDI PENGUJIAN KARAKTERISTIK GASIFIKASI**  
**BERBAHAN LIMBAH GERAJEN GLUGU**  
**DENGAN VARIASI KECEPATAN UDARA**



Disusun Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

**Disusun oleh:**

**SONI RISTIYO**  
**NIM : D200 090090**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**2014**

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

“Studi Pengujian Karakteristik Gasifikasi Berbahan Limbah Gerajen Gelugu Dengan Variasi Kecepatan Udara” Yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, November 2013

Yang menyatakan,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Soni Ristiyo', is written over a vertical line.

Soni Ristiyo

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir ini berjudul "Studi Pengujian Karakteristik Gasifikasi Berbahan Limbah Gerajen Gelugu Dengan Variasi Kecepatan Udara" telah disetujui pembimbing tugas akhir untuk dipertahankan didepan dewan penguji sebagai syarat awal untuk memperoleh gelar sarjana S-1 teknik mesin di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Disusun oleh:

Nama : Soni Ristiyo

Nim : D 200 090 090

Disetujui pada:

Hari : Kamis

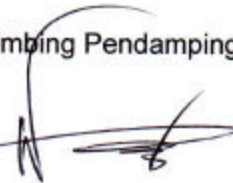
Tanggal : 10 Juli 2014

Pembimbing Utama



Ir. Subroto, MT

Pembimbing Pendamping



Wijianto, ST.M.Eng.SC

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disahkan oleh dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana S-1 Teknik Mesin di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Soni Ristiyo

Nim : D 200 090 090

Disahkan pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 4 September 2014

Dewan Penguji :

- |                            |         |
|----------------------------|---------|
| 1. Ir. Subroto, MT         | 1. .... |
| 2. Wijianto, ST. M.Eng. SC | 2. .... |
| 3. Ir. Sartono Putro, MT   | 3. .... |

Mengetahui,



Dekan,

Ir. H Sri Sunarjono, MT. Ph.D.

Ketua Jurusan,

Tri Widodo Besar R, ST. MSc. Ph.D

## LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta  
238/A.3-II/TM/TA/XII/2013. Nomor ..... Tanggal ..... 12 Desember 2013

dengan ini :

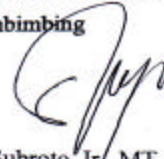
Nama : Subroto, Ir., MT.  
Pangkat/Jabatan : Lektor Kepala  
Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing Kedua \*)  
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Soni Ristiyo  
Nomor Induk : D 200 090 090  
NIRM : -  
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir  
Judul/Topik : *STUDI PENGUJIAN KARAKTERISTIK GASIFIKASI BERBAHAN LIMBAH  
GERGAJEN GLUGU DENGAN VARIASI KECEPATAN UDARA*  
Rincian Soal/Tugas :  
- MENGUKUR TEMPERATUR PEMBAKARAN, NYALA EFEKTIF  
PEMBAKARAN DAN EFISIENSI THERMAL TUNGKU.

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, .....12 Desember 2013.....

Pembimbing



Subroto, Ir., MT.

Cc. : Wijianto, ST., M.Eng. Sc.  
Lektor

Keterangan :

- \*) Cover salah satu
- 1. Warna biru untuk Kajar
- 2. Warna kuning untuk Pembimbing I
- 3. Warna merah untuk Pembimbing II
- 4. Warna putih untuk mahasiswa

## **DEDIKASI**

Penelitian ini didedikasikan kepada:

Allah SWT,

Puji syukur kehadiran Allah SWT senantiasa kita panjatkan, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya kita dapat merasakan kehidupan ini, merasakan nikmat serta kebahagiaan. Maka pantaslah untuk kita wajib selalu menyembah hanya kepada Allah SWT.

Untuk orang yang saya sangat sayangi, ibu dan ayahku tercinta.

Terima kasih atas cinta dan kasih sayang, dukungan serta kebahagiaan yang kalian berikan. Tanpa kalian, saya tidak akan tumbuh seperti sekarang, tak akan bisa menjadi manusia tanpa kalian. Saya akan selalu berbakti kepada kalian wahai orang tuaku.

Untuk kakak-kakakku tercinta, terima kasih atas apa yang telah kalian berikan, motivasi serta semangat yang terus kalian berikan.

Keponakanku tercinta, semoga kalian menjadi anak-anak yang lebih berbakti, patuh pada orang tua dan dapat dibanggakan nantinya.

Teman-temanku yang selalu menemani kemanapun kaki ini melangkah, sekaligus sebagai sahabat terbaik yang selalu ada disaat susah.

(Budi S, Nofi F □ Hirdiyanto W)

## MOTTO

□Dan barang siapa tidak beriman kepada Allah SWT dan Rosul-Nya, maka sesungguhnya kami telah menyediakan untuk orang-orang kafir itu neraka yang menyala-nyala. □(QS. Al-Fath/48=13)

□(Ingatlah) ketika kamu menerima (berita bohong) itu dari mulut kemulut dan kamu katakan dengan mulutmu apa yang tidak kamu ketahui sedikitpun, dan kamu menganggapnya remeh, padahal dalam pandangan Allah itu soal besar. □(QS. An-nur/24=15)

□Dan sungguh, kami telah menempatkan kamu dibumidan disana kami sediakan(sumber) penghidupan untukmu, (tetapi) sedikit sekali kamu bersyukur. □(QS. Al-araf/7=10)

## **ABSTRAKSI**

*Biomassa gerajen glugu merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui dan cukup potensial di Indonesia. Melalui teknologi gasifikasi, gerajen glugu dibakar dengan oksigen terbatas untuk menghasilkan gas metan yang dapat langsung dibakar. Pengujian gasifikasi gerajen glugu ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan udara terhadap temperatur pembakaran, nyala efektif dan efisiensi tungku.*

*Penelitian ini diawali dengan mengatur udara dari blower pada gasifier, kemudian udara tersebut divariasikan kecepatannya. Kecepatan udara yang digunakan adalah 3.0 m/s, 5.0 m/s dan 7.0 m/s, kemudian diukur temperatur pembakaran setiap semenit dengan tiga titik thermocouple yang dipasang dengan jarak masing-masing 2 cm.*

*Hasil penelitian menunjukkan variasi kecepatan udara sangat berpengaruh terhadap temperatur pembakaran, nyala efektif serta efisiensi tungku. Pada kecepatan udara 3.0 m/s menghasilkan temperatur pembakaran sebesar 115<sup>0</sup>C, nyala efektif selama 15 menit, dan efisiensi tungku sebesar 37,00%. Kecepatan udara 5.0 m/s temperatur pembakaran tertinggi sebesar 229<sup>0</sup>C, nyala efektif selama 14 menit dan efisiensi tungku sebesar 49,00%. Kecepatan 7.0 m/s temperatur pembakaran tertinggi sebesar 226<sup>0</sup>C, nyala efektif selama 13 menit dan efisiensi sebesar 71,50%.*

**Kata kunci: Gasifikasi, Gerajen Glugu, Kecepatan Udara**



## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum. Wr. Wb*

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkah dan rahmat-NYA sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas akhir berjudul "Studi Pengujian Karakteristik Gasifikasi Berbahan Limbah Gerajen Glugu Dengan Variasi Kecepatan Udara" dapat terselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu, penulis pada kesempatan ini dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak **I. Subroto, MT** selaku pembimbing utama yang telah memberikan dukungan serta arahan dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak **Wijianto, ST. M.Eng. SC** selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan tugas akhir ini.
3. Bapak **Dwi Aries Himawanto** yang telah memfasilitasi tempat, alat dan juga memberikan arahan.
4. Kedua orang tuaku serta kakak-kakakku tercinta yang tak henti hentinya selalu memberikan dukungan serta doa.
5. Teman seperjuangan dalam penelitian, **Budi Setiawan** dan juga **M. Abdul Azziz**, terima kasih atas kerjasama dan semua bantuannya.
6. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2009 yang telah membantu proses pengerjaan tugas akhir ini.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penelitian serta penyusunan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun senantiasa penulis harapkan.

*Wassalamu'alaikum Wr.Wb*

Surakarta, Juli 2014

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, cursive letters. The signature is positioned to the left of a vertical line.

Soni Ristiyo

## DAFTAR ISI

|                                      |          |
|--------------------------------------|----------|
| Halaman Judul .....                  | i        |
| Pernyataan Keaslian Skripsi .....    | ii       |
| Halaman Persetujuan .....            | iii      |
| Halaman Pengesahan .....             | iv       |
| Lembar Soal Tugas Akhir .....        | v        |
| Lembar Dedikasi .....                | vi       |
| Lembar Motto .....                   | vii      |
| Ringkasan .....                      | viii     |
| Kata Pengantar .....                 | i □      |
| Daftar Isi .....                     | □        |
| Daftar Gambar .....                  | □iii     |
| Daftar Tabel.....                    | □v       |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>       | <b>1</b> |
| 1.1 Latar Belakang .....             | 1        |
| 1.2 Perumusan Masalah .....          | 2        |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....          | 2        |
| 1.4 Pembatasan Masalah .....         | 3        |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....         | 3        |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....      | 4        |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b> | <b>6</b> |
| 2.1 Tinjauan Pustaka .....           | 6        |
| 2.2 Dasar Teori .....                | 7        |
| 2.2.1 pembakaran .....               | 7        |
| 2.2.2 Biomassa.....                  | 9        |
| 2.2.3 Gasifikasi.....                | 11       |
| 2.2.4 Gas metana.....                | 15       |
| 2.2.4 kalor .....                    | 16       |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>   | <b>18</b> |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian .....  | 18        |
| 3.2 Instalansi Pengujian .....   | 19        |
| 3.3 Alat Dan Bahan Penelitian .....  | 20        |
| 3.3.1 Alat Penelitian .....  | 20        |
| 3.3.2 Bahan Penelitian .....   | 25        |
| 3.4 Tahapan Penelitian .....   | 26        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>   | <b>27</b> |
| 4.1 Hasil Penelitian .....   | 27        |
| 4.1.1 Data pengujian dengan kecepatan Udara 3,0 m/s .....  | 27        |
| 4.1.2 Data pengujian dengan kecepatan Udara 5,0 m/s .....  | 28        |
| 4.1.3 Data pengujian dengan kecepatan Udara 7,0 m/s .....  | 29        |
| 4.2 Pembahasan .....   | 30        |
| 4.2.1 Perbandingan temperatur Rata-rata pembakaran<br>pada kecepatan udara 3,0 m/s 5,0 m/s 7,0 m/s ..... | 30        |
| 4.2.2 Perbandingan Nyala Efektif pada kecepatan udara 3,0<br>m/s 5,0 m/s 7,0 m/s.....                    | 31        |
| 4.2.3 Efisiensi Tungku pada kecepatan udara 3,0 m/s 5,0<br>m/s 7,0 m/s .....                             | 32        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>  | <b>36</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....   | 36        |
| 5.2 Saran .....  | 37        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>   | <b>38</b> |
| <b>LAMPIRAN</b>  |           |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 Reaktor gasifikasi donwndraf .....   | 12 |
| Gambar 2.2 Reaktor gasifikasi updraft .....   | 13 |
| Gambar 2.3 Reaktor gasifikasi crossdraft .....  | 13 |
| Gambar 3.1 Diagram alir penelitian .....  | 18 |
| Gambar 3.2 Instalansi Pengujian .....   | 19 |
| Gambar 3.3 Silinder gasifier .....  | 20 |
| Gambar 3.4 Detail silinder gasifier .....   | 20 |
| Gambar 3.5 <i>Ash chamber</i> .....   | 21 |
| Gambar 3.6 Detail <i>ash chamber</i> .....  | 21 |
| Gambar 3.7 <i>Burner</i> .....  | 22 |
| Gambar 3.8 Detail <i>burner</i> .....   | 22 |
| Gambar 3.9 blower .....   | 23 |
| Gambar 3.10 <i>Thermocouple reader</i> .....  | 23 |
| Gambar 3.11 Anemometer digital.....   | 24 |
| Gambar 3.12 Timbangan digital .....   | 24 |
| Gambar 3.13 Stopwatch digital.....  | 25 |
| Gambar 3.14 Gerajen glugu .....   | 25 |
| Gambar 4.15. Grafik hubungan antara temperatur rata-rata pembakaran<br>dengan waktu pada kecepatan udara 3,0 m/s..... | 27 |
| Gambar 4.16. Grafik hubungan antara temperatur rata-rata pembakaran<br>dengan waktu pada kecepatan udara 5,0 m/s..... | 28 |
| Gambar 4.17. Grafik hubungan antara temperatur rata-rata pembakaran<br>dengan waktu pada kecepatan udara 7,0 m/s..... | 29 |

|  |    |
|--|----|
| Gambar 4.18. Grafik perbandingan temperatur rata-rata<br>pembakaran pada kecepatan udara 3,0 m/s, 5,0 m/s<br>dan 7,0 m/s ..... | 30 |
| Gambar 4.19. Perbandingan nyala efektif pada kecepatan udara<br>3,0 m/s, 5,0 m/s dan 7,0 m/s .....                             | 31 |
| Gambar 4.20. Perbandingan Efisiensi Tungku pada kecepatan<br>udara 3,0 m/s, 5,0 m/s dan 7,0 m/s .....                          | 35 |

## DAFTAR TABEL

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Tabel 2.1 Unsur kimia ..... | 8 |
|-----------------------------|---|